



UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester I  
Sidang Akademik 1995/96

Oktober/November 1995

**EAJ 331/3 - KEJURUTERAAN LEBUH RAYA**

Masa : [3 jam]

---

**Arahan Kepada Calon:-**

1. Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi **LIMA BELAS** (15) muka surat bercetak termasuk lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.
2. Kertas ini mengandungi **TUJUH** (7) soalan. Jawab **LIMA** (5) soalan sahaja. Markah hanya akan dikira bagi **LIMA** (5) jawapan **PERTAMA** yang dimasukkan di dalam buku mengikut arahan dan bukannya **LIMA** (5) jawapan terbaik.
3. Semua soalan mempunyai markah yang sama.
4. Semua jawapan **MESTILAH** dimulakan pada muka surat yang baru.
5. Semua soalan **MESTILAH** dijawab dalam Bahasa Malaysia.
6. Tuliskan nombor soalan yang dijawab di luar kulit buku jawapan anda.
7. Soalan no. 2 sila rujuk kepada Jadual 1 dan 2 di lampiran.
8. Soalan no. 3 sila rujuk kepada Geraf 1, 2 dan 3 di lampiran.

1. (a) Anda dikehendaki merekabentuk jalan raya yang akan menghubungkan pekan Tronoh dan Parit. Berdasarkan kepada keputusan penyiasatan tapak, jenis tanah di sekitar kawasan tersebut ialah Lempong berpasir (SC). Daripada keputusan unjuran lalu lintas, isipadu lalu lintas yang melalui jalan tersebut adalah rendah untuk beberapa tahun akan datang. Oleh itu anda diminta untuk merekabentuk jalan tanah di mana tanah di kawasan tersebut digemburkan, kemudiannya distabilkan dan seterusnya dimampatkan.

- [i] Syorkan agen penstabil tanah yang paling sesuai dari sudut ekonomi untuk membolehkan jalan tersebut menampung jumlah lalu lintas yang melaluinya.
- [ii] Terangkan proses penstabilan yang berlaku apabila agen penstabil tanah seperti jawapan anda di bahagian (i) digunakan.
- [iii] Apakah kerja-kerja lapangan dan kawalan yang perlu diambil kira apabila menggunakan agen penstabil tersebut.

(12 markah)

- (b) [i] Takrifkan maksud indeks perkhidmatan jalan raya (PSI)?

- [ii] Huraikan LIMA (5) kebaikan menggunakan Indeks Pelaksanaan Bertokok (CPI)?

( 8 markah)

2. (a) Anda disediakan dengan maklumat-maklumat berkenaan dengan tanah seperti di bawah. Kelaskan tanah tersebut berdasarkan Sistem Pengkelasan Tanah Bersepadu (USCS). Anggarkan NGC untuk tanah tersebut.

Ayak Piawai U.S.	No. 4 (4.75mm)	No. 10 (2.00mm)	No. 40 (0.425mm)	No. 140 (0.106mm)	No. 200 (0.075mm)	Had Cecair (LL)	Had Plastik (PL)
% Melepasi	100	100	99.7	96.9	94.4	23.8	0

( 5 markah)

2. (b) Anda telah membuat ujian NGC di makmal ke atas sampel tanah di atas dan data-data yang diperolehi seperti di bawah.

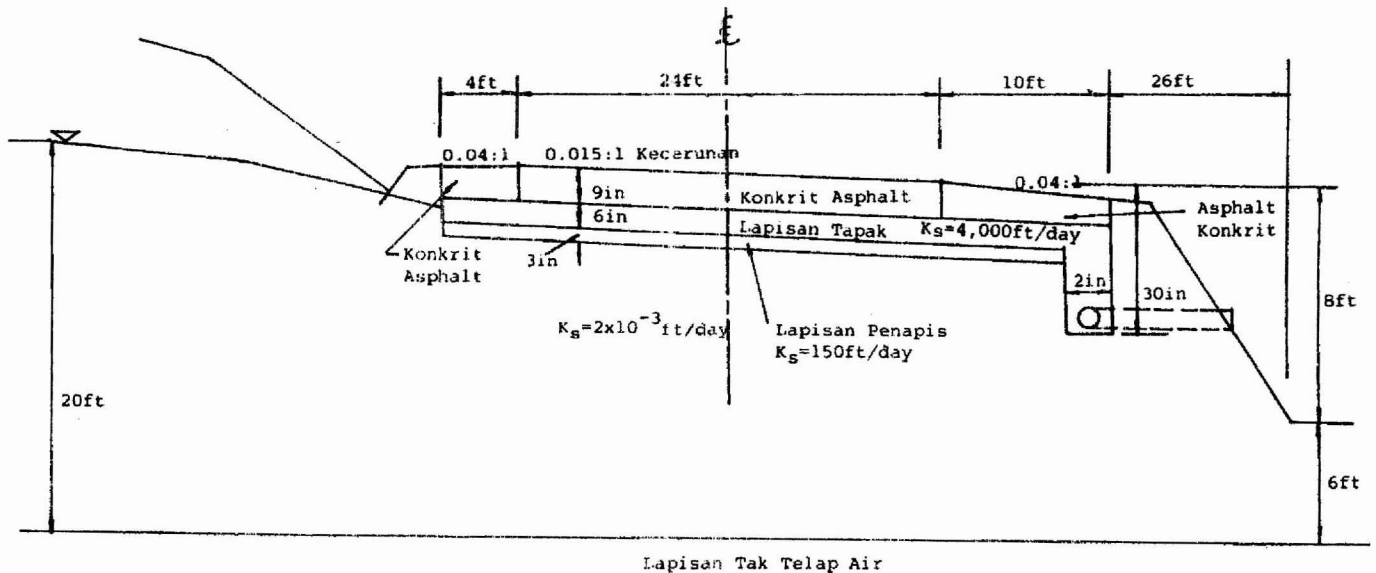
Penusukan (mm)	Bacaan dial (mm)
0.635	177.8
1.270	381.0
1.905	635.0
2.540	1095.2
3.175	1600.2
3.810	2159.0
4.445	2794.0
5.000	3429.0
5.715	4064.0
6.350	4673.6
6.985	5232.4
7.620	5791.2
8.255	6350.0
8.890	6985.0
9.525	7239.0
10.160	7620.0

Penentukuran untuk gelang beban seperti berikut:

Bacaan dial (mm)	Beban (N)
1270	445
2540	890
3810	1335
5080	1780
6350	2225
7620	2670
8890	3115
10160	3560
12700	4450

- (i) Apakah nilai reka bentuk NGC untuk sampel tanah tersebut?
- (ii) Adakah nilai reka bentuk NGC tersebut selaras dengan keputusan dari pengelasan tanah seperti jawapan anda pada bahagian 2(a)?
- ( 8 markah)
- (c) Lakarkan lengkok (graf) kelembapan-ketumpatan kering untuk jenis tanah seperti pada bahagian 2(a). Tunjukkan di atas graf yang sama kesan peningkatan usaha mampatan ke atas jenis tanah yang sama.
- ( 7 markah)

3. (a) Maklumat-maklumat berkenaan sistem jalan raya adalah seperti di bawah.



Andaian:

- Jarak antara tempat air keluar = 400 ft.  
 Kecerunan paip = 0.02  
 $K_p$  = 0  
 $I_c$  = 0.24 ft<sup>3</sup>/hari/ft

Kawasan tersebut tidak mempunyai keadaan artes.

Anggapkan semua syarat-syarat penyaliran untuk tapak, penapis dan susgred telah dipenuhi.

- (i) Tentukan kadar penyusutan reka bentuk,  $q_d$ .  
 (ii) Tentukan garis pusat paip.

(15 markah)

(b) Apakah punca-punca air dalam sistem jalan raya?

(5 markah)

...5/-

4. (a) Purata lalu lintas harian (dua hala) bagi sebatang jalan major ialah 8000 kenderaan/hari. Jalan akan dibina melalui satu kawasan beralun. Kadar pertumbuhan lalu lintas tahunan dianggarkan 5.0%. Kenderaan yang mempunyai berat tanpa muatan melebihi 1500 kg merupakan 20% daripada jumlah kenderaan yang akan menggunakan jalan tersebut. Ujian nisbah gelas California dijalankan ke atas subgred bagi kedalaman 1 meter dan keputusannya seperti ditunjukkan dalam jadual di bawah.

Kedalaman Subgred (cm)	Nilai NGC (%)
10	5.5
20	6.0
30	7.0
40	5.5

Berdasarkan kepada maklumat di atas, reka bentuk satu turapan boleh lentur yang sesuai untuk jangka 10 tahun hayat reka bentuk dengan menggunakan tata cara yang digunakan oleh JKR. Gunakan jadual yang diberikan dalam Apendik 2 dan nyatakan andaian yang dibuat.

(15 markah)

- (b) Apakah tujuan ujian-ujian berikut dijalankan ke atas bahan berbitumen.

- (i) Takat kilat;
- (ii) Penusukan;
- (iii) Kemuluran;
- (iv) Kelikatan;
- (v) Kelarutan.

( 5 markah)

5. (a) Apakah yang ditakrifkan sebagai kenderaan perdagangan? Nyatakan mengapa hanya kenderaan kelas ini yang diambil kira bagi menentukan bebanan ke atas jalan raya.

( 5 markah)

- (b) Jadual-jadual di bawah menunjukkan data bagi beban gandar. Kirakan jumlah bertokok gandar piawai yang akan melalui jalan raya bagi jangka waktu 10 tahun. Purata lalu lintas harian ialah 3000 kenderaan/hari di mana 10% merupakan kenderaan perdagangan. Kadar pertumbuhan lalu lintas tahunan ialah 4%.

Beban Gandar (kN)	(%)
60	10
70	15
80	30
90	15
100	15
110	15

Bilangan Gandar	(%)
2	35
3	40
4	15
5	10

( 10 markah)

5. (c) Nyatakan sifat-sifat yang perlu ada bagi sendi (sambungan) dalam turapan tegar. ( 5 markah)
6. (a) Anda diberi pilihan samada menyediakan turapan boleh lentur atau turapan tegar. Berikan LIMA (5) sebab mengapa anda memilih turapan tegar dan LIMA (5) sebab mengapa anda menolak turapan tegar. ( 5 markah)
- (b) Terangkan dengan jelas kaedah pembinaan turapan boleh lentur. Penerangan anda hendaklah meliputi.....
- (i) Kerja ukur
  - (ii) Pembersihan tapak
  - (iii) Kerja tanah
  - (iv) Kerja saliran
  - (v) Kerja turapan
- (15 markah)
7. (a) Apakah yang dimaksudkan oleh pengredan bitumen yang berikut:-
- (i) AC-20 (simen asfalt)
  - (ii) A2 - 50 (emulsi asfalt)
  - (iii) K1 - 60 (emulsi asfalt)
  - (iv) 80/100 (simen asfalt)
  - (v) 75/30 (asfalt tertiup)
- ( 5 markah)
- (b) Apakah kaedah-kaedah yang digunakan untuk menentukan kandungan bitumen optima (OBC). ( 4 markah)
- (c) Apakah tujuan menentukan kandungan bitumen optima? ( 3 markah)
- (d) Secara ringkas, terangkan bagaimana anda dapat menentukan kandungan bitumen optima daripada data ujikaji yang diperolehi daripada kaedah reka bentuk campuran Marshall. ( 8 markah)

ooo000ooo

Jadual A - Faktor Setaraan

Peratus Kenderaan Berat TerpiUih .	0 15%	16 - 50%	51 - 100%
Jenis Jalan Raya	Tempatan	Utama	
Faktor Setaraan	1.2	2.0	3.0 3.7

Jadual B - Muatan Jam Unggul

Jenis Jalan Raya	Unit Kereta Penumpang Sejam
Berbilang Lorong	2000 tiap-tiap lorong
2 - lorong (dua hala)	2000 untuk kedua-dua arah
3 - lorong (dua hala)	4000 untuk kedua-dua arah

Jadual C - Faktor Pengurang

Lebar Lebuhraya (m)	Lebar Bahu Jalan (m)			
	2.00	1.50	1.25	1.00
7.5	1.00	0.97	0.94	0.90
7.0	0.88	0.86	0.83	0.79
6.0	0.81	0.78	0.76	0.73
5.0	0.72	0.70	0.67	0.64

Jadual D - Faktor Pengurang Lalu Lintas

Jenis Rupa Bumi	Rumus Faktor Pengurang
Datar	$T = 100/(100 + P_c)$
Beralun	$T = 100/(100 + 2P_c)$
Pergunungan	$T = 100/(100 + 5P_c)$

Jadual E - Jenis Bahan dan Pekali Kekuatan Relatif

Komponen	Jenis Lapisan	Ciri	Pekali
Lapisan Penghausan dan pengikat	Konkrit berasfalt		1.00
Tapak Jalan	Makadam berbitumen tumpat	Jenis 1 : Kestabilan > 400 kg	0.80
		Jenis 2 : Kestabilan > 300 kg	0.55
	Distabilkan oleh simen	Kekuatan mampatan tak berkurung (7 hari) 30 - 40 kg/cm <sup>2</sup>	0.45
	Agregat terhancur yang distabilkan secara mekanik	NGC ≥ 80%	0.32
Subtapak	Pasir, laterit dan lain-lain	NGC ≥ 20%	0.23
	Agregat terhancur	NGC ≥ 30%	0.25
	Distabilkan oleh simen	NGC ≥ 60%	0.28

Jadual F - Ketebalan Minimum

Jenis Lapisan		Ketebalan Minimum (cm)
Lapisan Penghausan		4
Lapisan Pengikat		5
Lapisan Tapak Jalan	Berbitumen	5
	Campuran Basah	10
	Dirawat Simen	10
Lapisan Subtapak	Berbutir	10
	Dirawat Simen	15

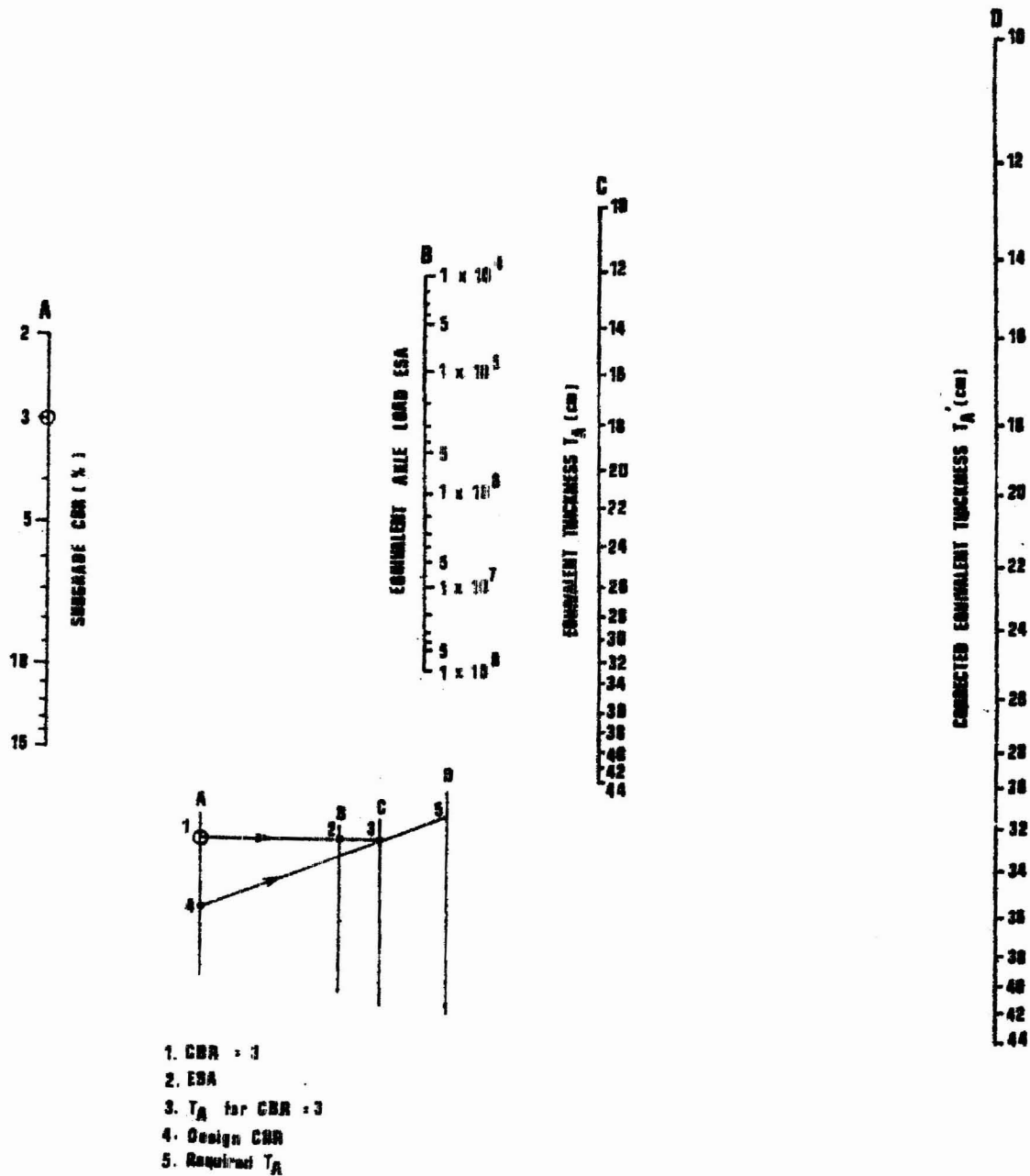
Jadual G - Panduan Untuk Menetapkan Ketebalan Tambahan Setiap Lapisan

Jenis Lapisan		Ketebalan Piawaian (cm)	Tebal Lapisan Tambahan (cm)
Lapisan Penghausan		4 - 5	4 - 5
Lapisan Pengikat		5 - 10	5 - 10
Lapisan Tapak Jalan	Berbitumen	5 - 20	5 - 15
	Campuran Basah	10 - 20	10 - 15
	Dirawat Simen	10 - 20	10 - 20
Lapisan Subtapak	Berbutir	10 - 30	10 - 20
	Dirawat Simen	15 - 20	10 - 20

Jadual H - Ketebalan Minimum Lapisan Berbitumen

$T_A$	Tebal Keseluruhan Minimum Lapisan Berbitumen (cm)
< 17.5	5.0
17.5 - 22.5	10.0
23.0 - 29.5	15.0
> 30.0	17.5





**FIG-2 THICKNESS DESIGN NOMOGRAPH**

SISTEM PENGELASAN TANAH BERSEPADU (USCS)

Sistem Pengelasan Tanah Bersepadu\*

Jadual 1

Pembahagian Utama		Simbol Kumpulan (T)	Nama Ghalib		Tatacara Pengenalpastian Lapangan (tidak termasuk zarah lebih besar daripada 75 mm dan mengesahkan pecahan menurut baris anggaran.)		
1	2	3	4	5	6		
Tanah bertaraf kasar Luluh daripada sebarang bulian lebih halus daripada saiz ayakan No. 200 (1) (75µm)	Kelak Luluh daripada sebarang pecahan kelak lebih besar daripada saiz ayakan No. 4 (4.75 mm)	Kelak berair (sedikit atau tiada bahan halus)	GW	Kelik tergrad baik, campuran kelik-pasir, sedikit atau tiada bahan halus	Saiz zarah yang mempunyai julat yang besar dan besar bilangan semua saiz zarah perantaraan		
			GP	Kelik tergrad buruk, campuran kelik-pasir, sedikit atau tiada bahan halus	Kebanyakannya satu saiz atau satu julat saiz dengan ketidadaan beberapa saiz perantaraan		
		Kelak dengan bahan halus (banyak bahan halus)	GM	Kelik berkeodak, campuran kelik-pasir-keodak	Bahan halus tak plastik atau bahan halus dengan keplastikan yang rendah (bagi pengenalpastian lihat ML di bawah)		
			GC	Kelik berlempung, campuran kelik-pasir-lempung	Bahan halus plastik (bagi tatacara pengenalpastian lihat CL di bawah)		
	Pasir Luluh daripada sebarang pecahan pasir lebih kecil daripada saiz ayakan No. 4 (4.75 mm)	Pasir berair (sedikit atau tiada bahan halus)	SW	Pasir tergrad baik, pasir berkecil, sedikit atau tiada bahan halus	Saiz bijan yang mempunyai julat meluas dan amat banyak semua zarah perantaraan		
			SP	Pasir tergrad buruk, pasir berkecil sedikit atau tiada bahan halus	Kebanyakannya satu saiz atau satu julat saiz dengan ketidadaan beberapa saiz perantaraan		
		Pasir dengan bahan halus (banyak bahan halus)	SM	Pasir berkeodak, campuran pasir-keodak	Bahan halus tak plastik atau bahan halus dengan keplastikan tinggi (bagi tatacara pengenalpastian lihat ML di bawah)		
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung	Bahan halus plastik (bagi tatacara pengenalpastian lihat CL di bawah)		
Tanah bertaraf halus Luluh daripada sebarang bulian lebih kecil daripada saiz ayakan No. 200 (75µm)	Kekelak dan lempung Tidak melebihi 50 daripada 50				Tatacara pengenalpastian bagi pecahan lebih kecil daripada saiz ayakan No. 40.		
					Kekuatan Kenyal (dari kekenyalan)	Pengembangan (tidak balas terhadap penggoncangan)	Ketatan (kekompakanan bermampatan PL)
			ML	Kelodak tak organik dan pasir amat halus, lempung berair, pasir halus berkeodak atau berlempung atau kelodak berlempung dengan sedikit keplastikan	Tiada kepada sedikit	Cepat kepada penahan	Tiada
			CL	Lempung tak organik dengan keplastikan rendah kepada sederhana, lempung berkecil, lempung berair, lempung berkeodak, lempung rendah plastik	Sederhana kepada tinggi	Tiada kepada amat penahan	Sederhana
	Kekelak dan lempung Tidak melebihi 50 daripada 50		OL	Kelodak organik dan lempung organik berkeodak dengan keplastikan rendah	Sedikit kepada sederhana	Penahan	Sedikit
			MH	Kelodak tak organik, pasir halus atau tanah berkecil berair atau berkecil berair, kelodak kenyal	Sedikit kepada sederhana	Penahan kepada tiada	Sedikit kepada sederhana
			CH	Lempung tak organik dengan keplastikan tinggi, bilih lempung	Tinggi kepada amat tinggi	Tiada	Tinggi
			OH	Lempung organik dengan keplastikan sederhana kepada tinggi, kelodak organik	Sederhana kepada tinggi	Tiada kepada amat penahan	Sedikit kepada sederhana
	Tanah terlarut organik		PT	Gamau dan lain-lain tanah terlarut organik	Sering dikenali pasti dengan warna, bau, rasa lembut, dan selalunya dengan tekstur bergetas		

\* Pengelasan semipadat: tanah yang mempunyai ciri dua kumpulan dinamakan dengan gabungan simbol kumpulan. Sebagai contoh: GW-GC, campuran pasir-kelik tergrad baik dengan sedikit lempung.

\* Semua saiz ayakan di atas carta ini adalah Platts A.S.

Menurut Stesen Eksperimen Laluan Air Jurutera Tentera A.S. (1960) dan Howard (1977).

Sambungan

Jadual 1

Kriteria Pengelasan Maksim	
6	
Gunakan lengkung salz bilian dalam pangenal poslian pecahan seperti mana yang diberi di bawah pangenal poslian lepanan	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ lebih besar daripada 4 $C_u = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 (lihat Bahagian 2-5)
	Tidak memenuhi semua keperluan penggredan bagi GW
	Had Atterberg di bawah Garis A, atau PI kurang daripada 4
	Had Atterberg di atas Garis A dengan PI melebihi 7
	Di atas Garis A dengan PI antara 4 dan 7 adalah kes <u>sempadan</u> yang memerlukan penggunaan dua simbol.
	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ lebih besar daripada 6 $C_u = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 (lihat Bahagian 2-5)
	Tidak memenuhi semua keperluan penggredan bagi SW
	Had Atterberg di bawah Garis A, atau PI kurang daripada 4
	Had yang diplot di dalam zon berlorek dengan PI antara 4 dan 7 adalah kes <u>sempadan</u> yang memerlukan penggunaan dua simbol.
	Had Atterberg di atas Garis A dengan PI melebihi 7
Carta Keplastikan	
Bagi pengelasan maksim tanah berzarah halus	
<p>Membandingkan tanah pada had cecair yang sama: keletatan dan kekuatan kering bertambah dengan bertambahnya indeks keplastikan.</p>	



Graf. 1

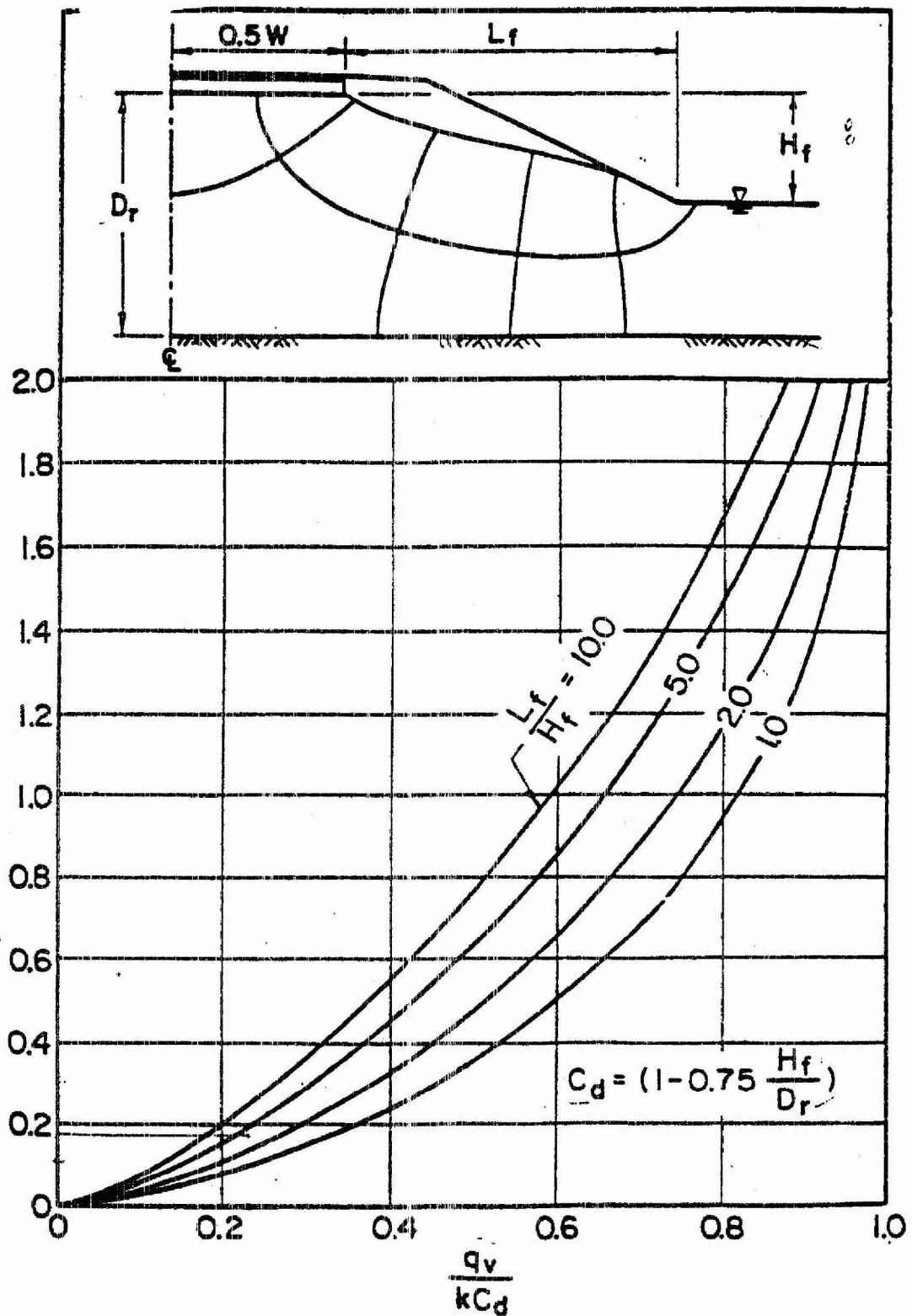
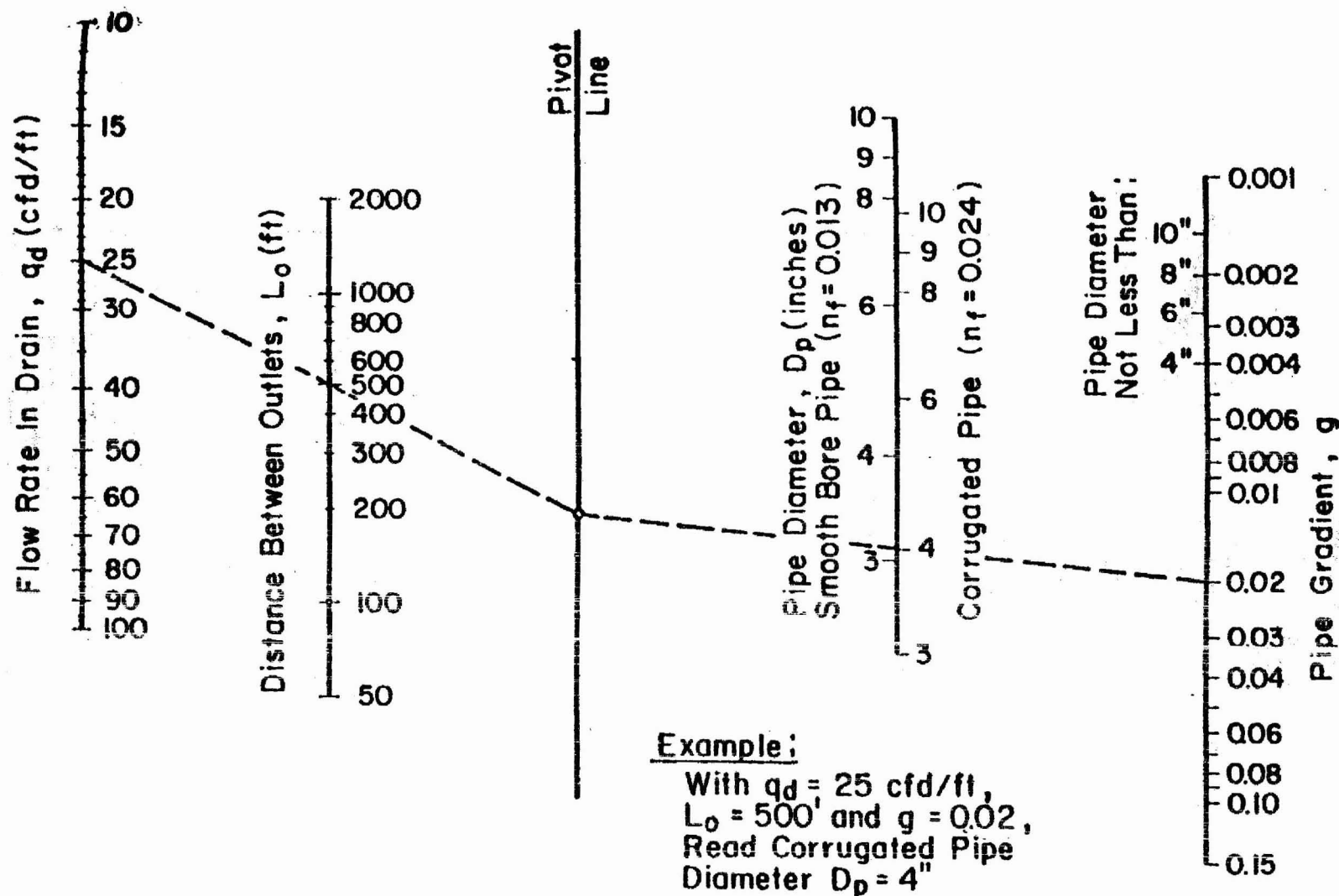


Chart for Estimating Vertical Outflow from a Pavement Structural Section Through Embankment and Foundation Soil.

Graf 2



Nomogram Relating Collector Pipe Size with Flow Rate, Outlet Spacing and Pipe Gradient.

$$L_i = 3.8(H - h_e)$$

Graf 3

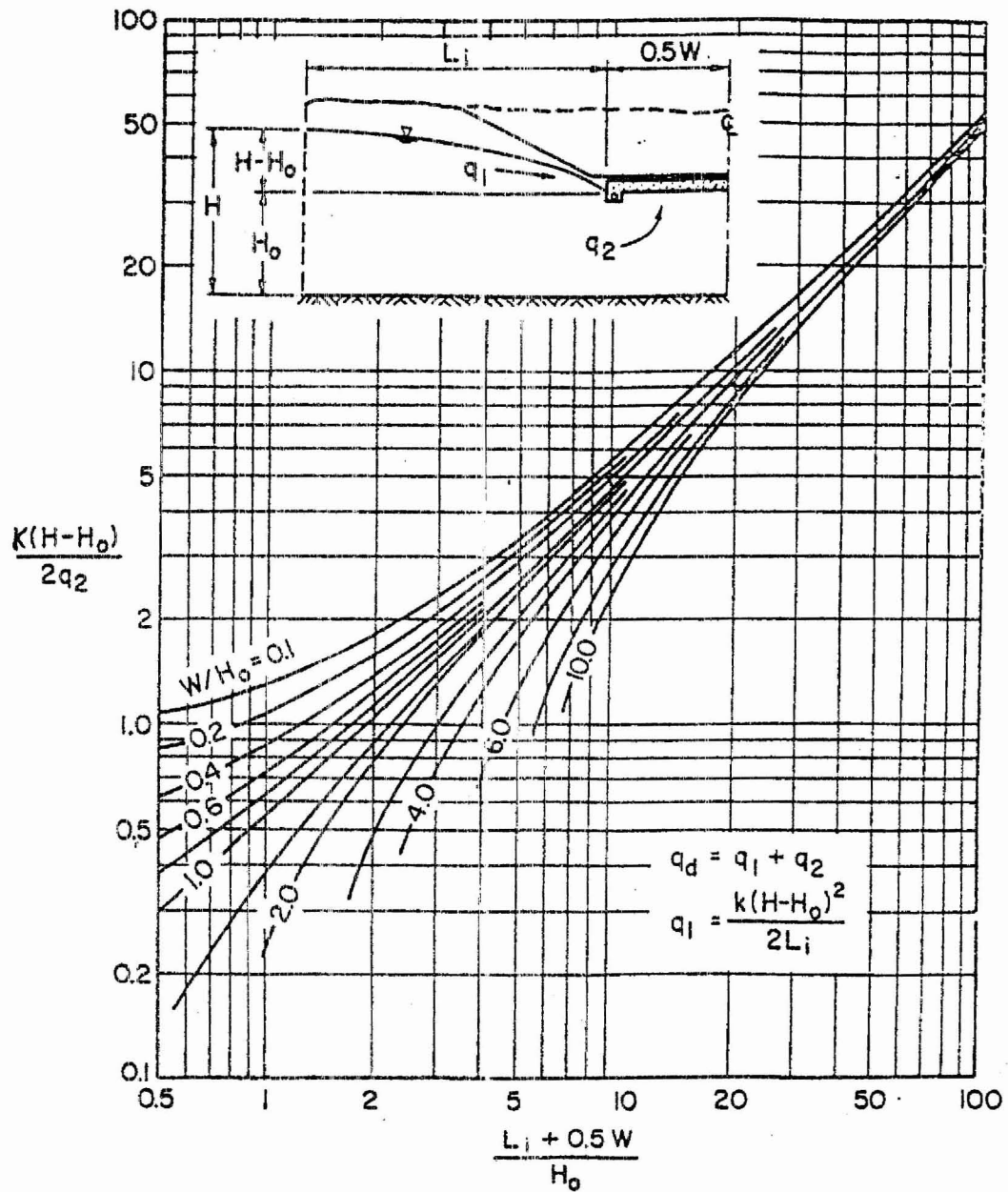


Chart for Determining Flow Rate Caused by Groundwater Seepage.